

D

D1	D2	D3	D4	Totale
/2	/5	/2	/3	

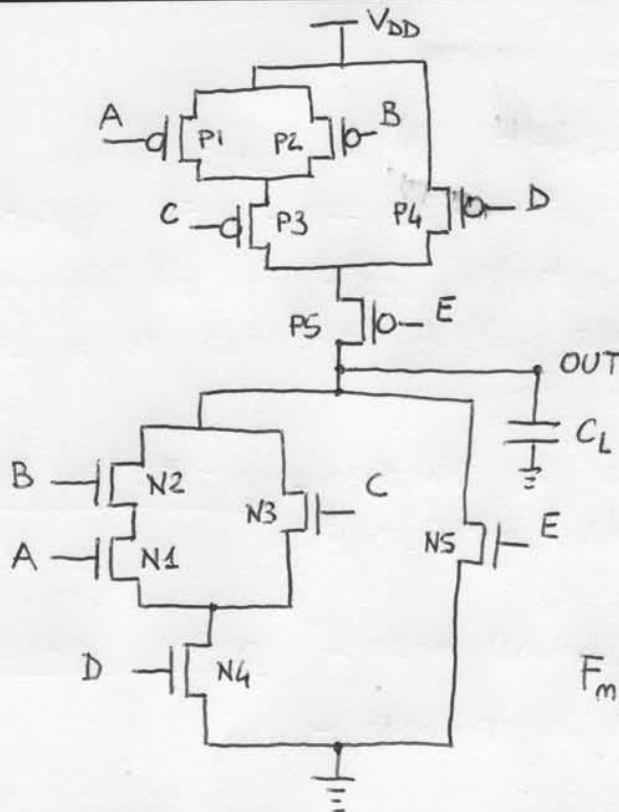
$$V_{DD} = 1V \quad V_{Tn} = |V_{Tp}| = 0,25V$$

$$\beta'_n = 200 \mu A/V^2 \quad \beta'_p = 100 \mu A/V^2$$

$$L_{min} = 0,09 \mu m \quad C_{ox} = 23 fF/\mu m^2$$

- 1) Si disegni il gate FCMOS che realizza la funzione logica $O = (A \cdot B + C) \cdot D + E$
- 2) Dimensionare i transistori del gate del punto (1) in modo che nel caso peggiore i tempi di transizione al 90% siano non superiori a 560 ps con capacità di carico $C_L = 350 fF$ mantenendo al tempo stesso minima l'occupazione di area del circuito
- 3) Determinare quali tra i cinque ingressi del circuito presentano la capacità di ingresso più elevata e quali la più bassa. Calcolare inoltre tali capacità
- 4) Disegnare il circuito che realizza la stessa funzione logica del punto (1) in logica DOMINO

1)



$$F_{m90\%} = F_{p90\%} = 2,203 V^{-1}$$

$$2) \quad t_{f90\%} = \frac{2 C_L}{\beta'_m S_{PD}} F_{m90\%}$$

$$t_{r90\%} = \frac{2 C_L}{\beta'_p S_{PU}} F_{p90\%}$$

$$t_{f90\%} \leq t^* \Rightarrow S_{PD} \geq \frac{2 C_L}{\beta'_m t^*} F_{m90\%} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^{-15}}{200 \cdot 10^{-6} \cdot 560 \cdot 10^{-12}} \cdot 2,203 = 13,769$$

$$t_{r90\%} \leq t^* \Rightarrow S_{PU} \geq \frac{2 C_L}{\beta'_p t^*} F_{p90\%} = 27,538$$

RETE DI PULL-DOWN CASO PEGGIORE $A=1 \ B=1 \ C=0 \ D=1 \ E=0$

$$S_{N1} = S_{N2} = S_{N4} = S_N \quad S_{PD} = \frac{S_N}{3} \Rightarrow S_N \geq 3 \cdot 13,769 = 41,307$$

$$S_{N1} = S_{N2} = S_{N4} = 41,307 \approx 42$$

$$A=0 \ B=0 \ C=1 \ D=1 \ E=0 \Rightarrow \frac{1}{S_{PD}} = \frac{1}{S_{N3}} + \frac{1}{S_{N4}} = \frac{S_{N3} + S_{N4}}{S_{N3} S_{N4}}$$

$$\frac{S_{N3} S_{N4}}{S_{N3} + S_{N4}} \geq 13,769$$

$$S_{N3} \geq 20,48$$

$$S_{N3} \approx 21$$

$$A=0 \ B=0 \ C=0 \ D=0 \ E=1 \Rightarrow S_{PD} = S_{N5} \geq 13,769$$

$$S_{N5} \approx 14$$

RETE DI PULL UP CASO PEGGIORE $A=0 \ B=1 \ C=0 \ D=1 \ E=0$

$$A=1 \ B=0 \ C=0 \ D=1 \ E=0$$

$$S_{P1} = S_{P2} = S_{P3} = S_{P5} = S_P$$

$$S_{PU} = \frac{S_P}{3} \quad S_P \geq 82,614$$

$$S_{P1} = S_{P2} = S_{P3} = S_{P5} \approx 83$$

$$A=1 \ B=1 \ C=1 \ D=0 \ E=0 \Rightarrow \frac{1}{S_{PU}} = \frac{1}{S_{P4}} + \frac{1}{S_{P5}} = \frac{S_{P4} + S_{P5}}{S_{P4} S_{P5}}$$

$$\frac{S_{P4} S_{P5}}{S_{P4} + S_{P5}} \geq 27,538$$

$$S_{P4} \geq 41,21$$

$$S_{P4} \approx 42$$

$$3) C_{INX} = C_{OX} L_{mim} (S_{NX} + S_{PX})$$

$S_{NX} + S_{PX}$ è massimo per A e B e minimo per D

$$C_{INA} = C_{INB} = 23 \cdot 10^{-15} \cdot 8,1 \cdot 10^{-3} \cdot 125 = 23,28 \text{ fF}$$

$$C_{IND} = 23 \cdot 10^{-15} \cdot 8,1 \cdot 10^{-3} \cdot 84 = 15,65 \text{ fF}$$

$$4) OUT = \bar{X} \quad X = (A \cdot B + C) \cdot D + E$$

$$\bar{X} = \overline{(A \cdot B + C) \cdot D \cdot E} = \overline{(A \cdot B + C + D) \cdot E} =$$

$$= (\overline{A \cdot B \cdot C} + \bar{D}) \cdot \bar{E} = ((\bar{A} + \bar{B}) \cdot \bar{C} + \bar{D}) \cdot \bar{E}$$

$$X = ((\bar{A} + \bar{B}) \cdot \bar{C} + \bar{D}) \cdot \bar{E}$$

